

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Juli 2001 (05.07.2001)

PCT

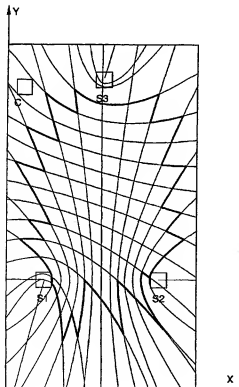
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/47750 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: B60R 21/01 (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/11778 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HOPPE, Gerd
[DE/DE]; Wilhelmshöhe 14, 38108 Braunschweig (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 27. November 2000 (27.11.2000) (74) Gemeinsamer Vertreter: VOLKSWAGEN AK-
TIENGESELLSCHAFT; Brieffach 1770, 38436 Wolfsburg (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität: 199 63 348.7 24. Dezember 1999 (24.12.1999) DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; 38436 Wolfsburg (DE).
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CN, CR, CU, CZ, DM, DZ, EE, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, RO, RU, SD, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETECTING THE POINT OF FORCE EXERTION ON A VEHICLE AND FOR CONTROLLING THE RELEASE OF AT LEAST ONE AIRBAG

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BESTIMMEN DES ORTES EINER KRAFT-EINWIRKUNG AUF EIN FAHRZEUG SOWIE ZUM STEUERN DES AUSLÖSENS MINDESTENS EINES AIRBAGS



(57) Abstract: The invention relates to a method for detecting the point of force exertion on a vehicle. The aim of the invention is to solve the technical problem which consists of detecting the vehicle underbody as the source of shocks and to prevent faulty release of the at least one airbag. According to the inventive method, at least three sensors are arranged in the vehicle at a distance from each other. The moment in time when forces are exerted is measured by means of said sensors. The differences in running time between the measured signals are measured by at least two independent pairs of sensors and the point of force exertion is calculated on the basis of the at least two differences in running time, the speed of sound and the co-ordinates of the sensor positions.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen des Ortes einer Krafteinwirkung auf ein Fahrzeug, bei dem das technische Problem, den Fahrzeugunterboden als Quelle der Erschütterung zu erkennen und ein falsches Auslösen des mindestens einen Airbags zu verhindern, durch ein Verfahren gelöst wird, bei dem mit Hilfe von mindestens drei im Fahrzeug voneinander beabstandeten angeordneten Sensoren der Zeitpunkt der Krafteinwirkung gemessen wird, bei dem die Laufzeitdifferenzen zwischen den Messsignalen von mindestens zwei unabhängigen Paaren von Sensoren berechnet werden und bei dem der Ort der Krafteinwirkung aus den mindestens zwei Laufzeitdifferenzen, aus der Schallgeschwindigkeit und aus den Koordinaten der Sensorpositionen berechnet wird.

WO 01/47750 A1



(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

**Verfahren und Vorrichtung zum Bestimmen des Ortes einer
Krafteinwirkung auf ein Fahrzeug sowie zum Steuern des Auslösens
mindestens eines Airbags**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen des Ortes einer Krafteinwirkung auf ein Fahrzeug, die insbesondere in Zusammenhang mit einem Airbag-Steuersystem Anwendung finden, sowie ein Verfahren zum Steuern des Auslösens mindestens eines Airbags.

Aus der DE 37 34 961 A ist ein Airbag-System eines Fahrzeuges bekannt, das zwei zueinander parallel geschaltete mechanische Crash-Sensoren aufweist. Die Crash-Sensoren sind räumlich verschieden zueinander orientiert, z. B. ist der eine Crash-Sensor in Fahrtrichtung und der andere senkrecht dazu ausgerichtet. Da beide mechanischen Crash-Sensoren nur richtungsorientiert ansprechen können, ergänzen sie sich gegenseitig. Die Ausgangssignale beider Crash-Sensoren werden mit vorgegebenen Referenzsignalen verglichen, um ein fehlerhaftes Auslösen des Airbags zu verhindern.

Aus der WO 98/36949 ist ebenfalls ein Airbag-Steuersystem bekannt, bei dem ein Beschleunigungssensor fest mit dem Fahrzeug verbunden ist und die Größe und Richtung der Beschleunigung entlang einer oder mehrerer Achsen der Fahrzeugbewegung mißt. In Abhängigkeit von dem Ausgangssignal des Beschleunigungssensors wird in der Steuereinheit die Stärke und Richtung des Aufpralls auf das Fahrzeug berechnet. Durch Vergleich mit vorgegebenen Werten wird bestimmt, ob der Aufprall genügend groß gewesen ist, um den mindestens einen Airbag auszulösen.

Beide zuvor beschriebenen Verfahren weisen den Nachteil auf, daß beim Überfahren von Gegenständen auf der Straße diese zu Schlägen am Fahrzeugunterboden führen und eine falsche Airbagauslösung bewirken können. Denn die Schläge am Fahrzeugunterboden können eine Stärke erreichen, daß die vorhandenen

- 2 -

Airbagsensoren den mindestens einen Airbag auslösen. Das Überfahren von Gegenständen kann daher nicht von einem tatsächlichen Unfall unterschieden werden.

Daher liegt der vorliegenden Erfindung das technische Problem zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, bei dem der Fahrzeugunterboden als Quelle der Erschütterung erkannt werden und ein falsches Auslösen des mindestens einen Airbags verhindert werden kann.

Erfindungsgemäß ist das zuvor genannte technische Problem durch ein Verfahren zum Bestimmen des Ortes einer Krafteinwirkung auf ein Fahrzeug gemäß Anspruch 1 gelöst, bei dem mit Hilfe von mindestens drei im Fahrzeug voneinander beabstandet angeordneten Sensoren der Zeitpunkt der Krafteinwirkung gemessen wird, bei dem die Laufzeitdifferenzen zwischen den Meßsignalen von mindestens zwei unabhängigen Paaren von Sensoren berechnet werden und bei dem der Ort der Krafteinwirkung aus den mindestens zwei Laufzeitdifferenzen, aus der Schallgeschwindigkeit und aus den Koordinaten der Sensorpositionen berechnet wird.

Durch Messen der Signallaufzeit im Fahrzeug selbst kann also zuverlässig der Ort der Krafteinwirkung auf das Fahrzeug bestimmt werden.

In den Unteransprüchen 2 bis 10 sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens angegeben, die weiter unten anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben werden.

Das oben aufgezeigte technische Problem wird auch durch ein Verfahren zum Steuern des Auslösens mindestens eines Airbags eines Fahrzeuges gelöst, bei dem mit Hilfe des zuvor beschriebenen Verfahrens der Ort einer Krafteinwirkung auf das Fahrzeug bestimmt wird, bei dem eine erste Zone von Orten der Krafteinwirkung vorgegeben wird, in der eine Krafteinwirkung als Unfall angesehen wird, bei dem eine zweite Zone von Orten der Krafteinwirkung vorgegeben wird, in der eine Krafteinwirkung nicht als Unfall angesehen wird, bei dem bestimmt wird, ob der Ort der Krafteinwirkung in der ersten Zone oder der zweiten Zone liegt, und bei dem der mindestens eine Airbag dann ausgelöst wird, wenn der Ort der Krafteinwirkung in der ersten Zone liegt.

Da erfindungsgemäß der Ort der Krafteinwirkung bestimmt werden kann, kann diese Information auch dazu verwendet werden, ein unbeabsichtigtes Auslösen des mindestens einen Airbags dann zu verhindern, wenn der Fahrzeugunterboden als Quelle der Erschütterung erkannt wird. Zudem kann bei einem Unfall der Ort der Krafteinwirkung genau bestimmt werden, wodurch eine Optimierung der Auslöseschellen und des Zündzeitpunktes erfolgen kann.

In bevorzugter Weise weisen die erste Zone und die zweite Zone jeweils mindestens einen Bereich auf. Daher kann jede der Zonen auch mehrere separate Bereiche umfassen, wodurch eine komplexe Auswertung der Ortsbestimmung der Krafteinwirkung auf das Fahrzeug für ein Auslösen des mindestens einen Airbags in zuverlässiger Weise realisiert werden kann.

Das oben aufgezeigte technische Problem wird auch durch eine Vorrichtung zum Bestimmen des Ortes einer Krafteinwirkung auf ein Fahrzeug gemäß Anspruch 13 mit einer Steuereinheit und mit mindestens drei Sensoren gelöst, wobei die Sensoren mit der Steuereinheit verbunden sind und die Sensoren zeitaufgelöst die Krafteinwirkung messen und die Meßsignale auf die Steuereinheit übertragen.

In den abhängigen Ansprüchen 14 bis 17 sind vorteilhafte Ausgestaltungen dieser Vorrichtung beschrieben, die unten anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

Schließlich wird das oben genannte technische Problem auch durch eine Vorrichtung zum Steuern des Auslösens mindestens eines Airbags eines Fahrzeuges mit einer Vorrichtung zum Bestimmen des Ortes der Krafteinwirkung der zuvor beschriebenen Art gelöst.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, wobei auf die Zeichnung bezug genommen wird. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 in einer schematischen Darstellung ein Fahrzeug mit einem Fahrzeugunterboden sowie Sensoren und Steuereinheit,

- Fig. 2 in einem karthesischen Diagramm die Positionen der Sensoren sowie Linien gleicher Laufzeitdifferenzen zwischen den Sensoren S1 und S2,
- Fig. 3 in einem karthesischen Diagramm die Positionen der Sensoren sowie Linien gleicher Laufzeitdifferenzen zwischen den Sensoren S1 und S3,
- Fig. 4 eine Kombination aus den Darstellungen der Fig. 2 und 3 mit dem Ort der Krafteinwirkung sowie mit einer Aufteilung des Fahrzeugunterbodens in zwei Zonen,
- Fig. 5 eine den Fig. 2 und 3 entsprechende Darstellung mit einem Raster aus Linien gleicher Laufzeitdifferenzen zwischen den Sensorpaaren S1-S2 und S1-S3 sowie mit einer Aufteilung des Fahrzeugunterbodens in zwei Zonen und
- Fig. 6 eine den Fig. 2 und 3 entsprechende Darstellung mit zwei Hyperbeln mit zwei Schnittpunkten, die das Problem der Doppellösungen darstellen.

Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zum Bestimmen des Ortes einer Krafteinwirkung auf ein Fahrzeug 2 mit einer Steuereinheit 4 und mit vier Sensoren S1, S2, S3 und S4. Die Sensoren S1 bis S4 sind über Leitungen mit der Steuereinheit 4 verbunden. Ebenso sind auch drahtlose Verbindungen möglich. Die Sensoren S1 bis S4 messen zeitaufgelöst die Krafteinwirkung auf das Fahrzeug 2 und übertragen die entsprechenden Meßsignale auf die Steuereinheit 4. Die Steuereinheit 4 wertet die Meßsignale aus und ermittelt aus Laufzeitdifferenzen zwischen Meßwerten von Paaren von Sensoren S1 bis S4 den Ort einer Krafteinwirkung auf das Fahrzeug 2.

Wie Fig. 1 darstellt, sind die Positionen der Sensoren S1 bis S4 im wesentlichen in einer Ebene, nämlich im Bereich des Fahrzeugunterbodens 6 angeordnet. Durch die ebene Anordnung ist die der Auswertung zugrunde zu legenden Mathematik dahingehend vereinfacht, daß die Laufzeiten in nur zwei karthesischen Koordinaten, nämlich x und y dargestellt werden können. Die zusätzliche vertikale z-Komponente kann weggelassen bzw. vernachlässigt werden.

Bei bestehenden Systemen ist es jedoch von Vorteil, bereits standardmäßig verwendete Sensoren einzusetzen, die dann in der Steuereinheit 4 selbst und/oder im Mitteltunnel und/oder im Sitzquerträger unter den vorderen Sitzen und/oder in den Radkästen und/oder in den Stoßfängern angeordnet sind. Da diese Einbauorte der Sensoren jeweils zumindest benachbart zum Fahrzeugunterboden angeordnet sind, kann auch bei diesen Einsatzorten in guter Näherung davon ausgegangen werden, daß die Sensoren in einer Ebene angeordnet sind. Somit kann die beschriebene Vorrichtung zum Bestimmen des Ortes einer Krafteinwirkung an einem Fahrzeug auch ohne eine Nachrüstung eines Fahrzeuges realisiert werden.

Als Sensoren kommen jegliche Art von Sensoren in Frage, die in der Lage sind, eine Krafteinwirkung in Form einer Erschütterung nachzuweisen. Dieses sind bekanntermaßen Mikrophone, Klopfensensoren oder Beschleunigungssensoren. Dabei können alle Sensoren S1 bis S4 in einer Art von Sensoren oder als unterschiedliche Sensoren ausgebildet sein. In jedem Fall ist die Mindestanforderung an eine zeitaufgelöste Messung der Krafteinwirkung gegeben.

In den Fig. 2 bis 6 sind karthesische Darstellungen gezeigt, anhand derer das erfindungsgemäße Verfahren zum Bestimmen des Ortes einer Krafteinwirkung auf ein Fahrzeug sowie das Verfahren zum Steuern des Auslösens mindestens eines Airbags eines Fahrzeuges erläutert werden.

Fig. 2 zeigt den karthesischen Bereich des Fahrzeugunterbodens als Rechteck in einem xy-Diagramm. Die Sensoren S1, S2 und S3 sind mit ihrem Einbauort durch entsprechende Quadrate dargestellt. Mit Hilfe der drei beabstandet zueinander angeordneten Sensoren S1, S2 und S3 wird der Zeitpunkt der Krafteinwirkung am Ort der Sensoren gemessen. Aus den gemessenen Zeitpunkten werden für zwei unabhängige Paare von Sensoren S1 und S2 sowie S1 und S3 die Laufzeitdifferenzen berechnet. Zur Veranschaulichung sind in Fig. 2 die Linien gleicher Laufzeitdifferenzen für das Sensorenpaar S1 und S2 und für die bekannte Signalgeschwindigkeit v dargestellt. Denn die Laufzeitdifferenzen können über die Signalgeschwindigkeit in das karthesische Ortsdiagramm übertragen werden. Für jeden Wert einer Laufzeitdifferenz liegt der Ort der Krafteinwirkung auf einer Linie gleicher Laufzeitdifferenzen, so daß sich der Ort der Krafteinwirkung nicht aus einer Laufzeitdifferenz berechnen läßt.

Fig. 3 zeigt eine ähnliche Darstellung wie in Fig. 2, wobei für das Paar von Sensoren S1 und S3 die Linien gleicher Laufzeitdifferenzen dargestellt sind. Auch hier ergibt sich eine Schar von hyperbelförmigen Linien.

In Fig. 4 ist der Ort der Krafteinwirkung mit C und einem entsprechenden Quadrat gekennzeichnet. Fig. 4 zeigt den Verlauf zweier Hyperbeln, von denen jeweils eine zu den Sensorpaaren S1 und 2 sowie S1 und S3 gehören. Somit ergibt sich aus der graphischen Darstellung der Laufzeitdifferenzen der Meßwerte von jeweils zwei Sensorpaaren, hier S1 und S2 sowie S1 und S3, daß der Ort der Krafteinwirkung auf das Fahrzeug im Schnittpunkt der zugehörigen Linien gleicher Laufzeitdifferenzen liegt.

Die Bestimmung der Koordinaten x und y des Ortes der Krafteinwirkung auf das Fahrzeug läßt sich mathematisch folgendermaßen lösen.

Die Signalwege ergeben sich als Produkt aus Signalgeschwindigkeit v und Laufzeit ($t_i - t$) sowie im karthesischen Diagramm nach dem Satz des Pythagoras zu folgenden Gleichungen:12

$$v \cdot (t_1 - t) = \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2}$$

$$v \cdot (t_2 - t) = \sqrt{(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2}$$

$$v \cdot (t_3 - t) = \sqrt{(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2}$$

mit

- x, y - Koordinaten der Krafteinwirkung,
- t - Zeitpunkt der Krafteinwirkung,
- x_i, y_i - Koordinaten der Sensoren i, mit $i = 1, 2, 3$,
- t_i - gemessener Zeitpunkt der Krafteinwirkung am Ort der Sensoren i,
- v - Signalgeschwindigkeit,

- 7 -

Durch Auflösen der Gleichungen nach $(t_i - t)$ und Differenzbildung ergibt sich:

$$v \cdot (t_i - t_j) = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} - \sqrt{(x - x_j)^2 + (y - y_j)^2}$$

$$v \cdot (t_i - t_k) = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} - \sqrt{(x - x_k)^2 + (y - y_k)^2}$$

mit $i, j, k = 1, 2, 3$ und $i \neq j \neq k$,

Diese Gleichungen weisen die beiden Variablen x und y auf, also die Koordinaten der Krafteinwirkung. Durch Lösen des Gleichungssystems können die Werte x und y bestimmt werden.

Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Auswertung der Meßwerte der Sensoren. Dazu zeigt Fig. 5 eine Kombination der in den Fig. 2 und 3 dargestellten Scharen von Linien gleicher Laufzeitdifferenzen für die Paare von Sensoren S1 und S2 sowie S1 und S3. Daraus ergibt sich ein Raster von einer Mehrzahl von Teilflächen, wobei jeder Teilfläche die minimalen und maximalen Laufzeitdifferenzen für beide Paare von Sensoren S1 und S2 sowie S1 und S3 zugeordnet werden. Mit anderen Worten ist für jede Teilfläche ein vorgegebener Bereich von Laufzeitdifferenzen gegeben. Dabei können die minimalen und maximalen Laufzeitdifferenzen für die Teilflächen entweder berechnet oder experimentell bestimmt werden.

Fig. 5 zeigt ein Raster aus Hyperbellinien als Linien gleicher Laufzeitdifferenzen für jeweils Paare von Sensoren S1 und S2 sowie S1 und S3. Jedoch kann der dargestellte karthesische Bereich des Fahrzeugunterbodens auch in ein Raster von geraden oder in anderer Form gekrümmten Linien eingeteilt werden. Aufgrund der Einfachheit der mathematischen Auswertung, die im folgenden beschrieben wird, wird aber die Ausbildung des Rasters mit Hyperbellinien bevorzugt.

Bei der Auswertung der gemessenen Zeitpunkte der Krafteinwirkung gemessen an den Sensororten S1, S2 und S3, werden die Laufzeitdifferenzen für die beiden Paare von Sensoren S1 und S2 sowie S1 und S3 bestimmt. Daraus ergibt sich ein Paar von Laufzeitdifferenzen, dem bei bekannter Signalgeschwindigkeit v eine Teilfläche zugeordnet werden kann. Somit kann in einfacher Weise die Teilfläche bestimmt werden, in der der Ort der Krafteinwirkung liegt. Da es in der Regel nicht auf eine hochgenaue

Ortsbestimmung ankommt, reicht es aus, eine begrenzte Teilfläche angeben zu können, die den Ort der Krafteinwirkung auf das Fahrzeug hinreichend genau bestimmt. Bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel liegt der mit C und einem Quadrat gekennzeichnete Ort der Krafteinwirkung in der oberen linken Ecke des karthesischen Bereiches des Fahrzeugunterbodens.

In den Fig. 2 bis 5 sind die Linien gleicher Laufzeitdifferenzen für die Sensoren S1 und S2 sowie S1 und S3 als Hyperbeln dargestellt. Wie insbesondere Fig. 4 zeigt, kann der Ort der Krafteinwirkung C durch den Schnittpunkt zweier Hyperbeln gleicher Laufzeitdifferenzen bestimmt werden. Fig. 6 zeigt dagegen, daß die Lösung des mathematischen Problems nicht in jedem Fall eindeutig ist. So sind in Fig. 6 zwei Hyperbeln im Bereich des Sensorortes S1 dargestellt, die zwei Schnittpunkte aufweisen und somit bei der mathematischen Lösung des Problems eine Ungenauigkeit auftritt. Diese Ungenauigkeit kann dadurch vermieden werden, daß die Sensororte S1, S2 und S3 in der Nähe des Randes des karthesischen Bereiches des Fahrzeugunterbodens angeordnet sind. Denn die Hyperbeln mit doppelten Schnittpunkten innerhalb des karthesischen Bereiches des Fahrzeugunterbodens liegen im Bereich der jeweiligen Sensororte S1, S2 und S3 und die zweiten Schnittpunkte liegen jeweils auf den anderen Sensororten abgewandten Seiten des betreffenden Sensorortes. Beispielsweise liegen in Fig. 1 die Hyperbeln im Bereich der unteren rechten Ecke, also bei kleinen x- und y-Werten. Dieser Bereich des Fahrzeugunterbodens ist von den anderen beiden Sensoren S2 und S3 abgewandt. Werden daher die Sensororte im Bereich des Randes des Fahrzeugunterbodens angeordnet, können die durch doppelte Lösungen auftretenden Ungenauigkeiten des mathematischen Auswertungsverfahrens vermieden werden.

Das Problem der Doppellösungen kann auch durch die Anordnung eines vierten Sensors S4 gelöst werden, wie es bspw. in Fig. 1 dargestellt ist. Für den Sensor S4 kann eine weitere Gleichung für den Signalweg aufgestellt werden, so daß das Gleichungssystem überbestimmt ist und für den karthesischen Bereich der zuvor beschriebenen Doppellösungen bei der Anwendung von lediglich drei Sensoren zu einer mathematisch eindeutigen Lösung führt.

Die zuvor beschriebenen Verfahren zum Bestimmen des Ortes einer Krafteinwirkung auf ein Fahrzeug werden bei einem Verfahren zum Steuern des Auslösens mindestens eines Airbags eines Fahrzeuges angewendet. Somit wird der Ort der Krafteinwirkung zumindest mit der Genauigkeit einer Teilfläche bestimmt. Weiterhin wird bei dem Verfahren der Bereich des Fahrzeugunterbodens in zwei Zonen von Orten der Krafteinwirkung eingeteilt. Liegt der Ort der Krafteinwirkung in der ersten Zone, so wird die Krafteinwirkung als Unfall angesehen. Liegt dagegen der Ort der Krafteinwirkung in der zweiten Zone, so wird die Krafteinwirkung nicht als Unfall angesehen. Anschließend wird bestimmt, ob der zuvor aus den Meßwerten der Sensoren S1, S2 und S3 sowie gegebenenfalls S4 berechnete Ort der Krafteinwirkung in der ersten Zone oder in der zweiten Zone liegt. Der Airbag wird dann ausgelöst, wenn der Ort der Krafteinwirkung in der ersten Zone liegt, also als Unfall angesehen wird. Dadurch kann in zuverlässiger Weise vermieden werden, daß bspw. beim Überfahren von Gegenständen und beim Herausgleiten dieser Gegenstände an den Fahrzeugunterboden das Ereignis nicht zum Auslösen eines Airbags führt. Bei dem zuvor beschriebenen Ablauf des Verfahrens wird weiterhin berücksichtigt, ob die Stärke des Aufpralls einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet, wie es üblicherweise bei einem Auslöseverfahren für Airbags berücksichtigt wird.

In den Fig. 4 und 5 sind zwei Beispiele von ersten und zweiten Zonen dargestellt. In Fig. 1 ist im karthesischen Bereich des Fahrzeugunterbodens mit einer gestrichelten Linie die Unterteilung in eine äußere, erste Zone und eine zweite innere Zone vorgenommen. Die erste Zone entspricht also einem Streifen, der umfangseitig entlang des Randes des Fahrzeugunterbodens verläuft. Wie Fig. 4 weiterhin zeigt, liegt der Ort der Krafteinwirkung, der mit C gekennzeichnet ist, innerhalb der zweiten inneren Zone, so daß bei Auftreten dieses Ereignisses der mindestens eine Airbag nicht ausgelöst wird, da der Ort der Krafteinwirkung nicht einem typischen Auffahrunfall entspricht.

Fig. 5 zeigt eine weitere Möglichkeit einer Aufteilung des Fahrzeugunterbodens in zwei Zonen. Da bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel der Fahrzeugunterboden in ein Raster von hyperbelförmigen Linien gleicher Laufzeitdifferenzen eingeteilt ist und da der Ort der Krafteinwirkung mit der Genauigkeit einer Teilfläche bestimmt wird, verläuft die Trennlinie zwischen der ersten äußeren Zone und der zweiten inneren Zone entlang der Begrenzungslinien zwischen den Teilflächen. Diese Linie ist in Fig. 5 mit

- 10 -

einer größeren Linienstärke dargestellt. Es ergibt sich ein zick-zack-förmiger Verlauf entsprechend der Rasterform. Wie weiterhin in Fig. 5 dargestellt ist, liegt der Ort der Krafteinwirkung, der mit C gekennzeichnet ist, in der ersten äußeren Zone und führt zum Auslösen des mindestens einen Airbags.

Wie die Fig. 4 und 5 zeigen, weisen die beiden Zonen jeweils einen durchgängigen Bereich auf. Es ist jedoch ebenso möglich, die Zonen in Form von getrennt zueinander angeordneten einzelnen Bereichen auszubilden, je nach dem, in welcher Weise ein Auffahrunfall möglich ist. Diese Aufteilung der Zonen ist insbesondere dann anzuwenden, wenn der Ort der Krafteinwirkung auf das Fahrzeug nicht nur - wie zuvor beschrieben wurde - im Bereich des Fahrzeugunterbodens bestimmt wird, sondern die gesamte Karosserie in die Auswertung einbezogen wird. In diesem Fall ist es vorteilhaft, wenn bspw. auch das Fahrzeugdach in die zweite Zone einbezogen wird, da ein Aufprall auf das Fahrzeugdach nicht einem Auffahrunfall entspricht, der ein Auslösen des mindestens einen Airbags erfordert. In diesem Fall muß jedoch neben den Koordinaten x und y auch die z-Koordinate des Ortes der Krafteinwirkung bestimmt werden, wozu mindestens vier Sensoren im Fahrzeug verteilt angeordnet sein müssen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Bestimmen des Ortes einer Krafteinwirkung auf ein Fahrzeug,
 - a) bei dem mit Hilfe von mindestens drei im Fahrzeug voneinander beabstandet angeordneten Sensoren der Zeitpunkt der Krafteinwirkung gemessen wird,
 - b) bei dem die Laufzeitdifferenzen zwischen den Meß-signalen von mindestens zwei unabhängigen Paaren von Sensoren berechnet werden und
 - c) bei dem der Ort der Krafteinwirkung aus den mindestens zwei Laufzeitdifferenzen, aus der Schallgeschwindigkeit und aus den Koordinaten der Sensorpositionen berechnet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Sensoren im wesentlichen in einer Ebene angeordnet sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Positionen der Meßwertaufnahme im Bereich des Fahrzeugbodens angeordnet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem in Näherung angenommen wird, daß die Sensoren in einer Ebene angeordnet sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem im Schritt c) das Gleichungssystem

$$v \cdot (t_i - t_j) = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} - \sqrt{(x - x_j)^2 + (y - y_j)^2}$$

$$v \cdot (t_i - t_k) = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} - \sqrt{(x - x_k)^2 + (y - y_k)^2}$$

mit

- x, y - Koordinaten der Krafteinwirkung,
 t - Zeitpunkt der Krafteinwirkung,
 x_i, y_i - Koordinaten der Sensoren i, mit i, j, k = 1, 2, 3 und i ≠ j ≠ k,
 t_i - gemessener Zeitpunkt der Krafteinwirkung am Ort der Sensoren,
 v - Signalgeschwindigkeit,
 gelöst wird und die Koordinaten x und y berechnet werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Ebene der Sensororte bzw. der genäherten Sensororte durch ein Raster in eine Mehrzahl von Teilflächen aufgeteilt wird und bei dem jeder Teilfläche die minimalen und maximalen Laufzeitdifferenzen für mindestens zwei Paare von Sensoren bestimmt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die minimalen und maximalen Laufzeitdifferenzen berechnet oder experimentell bestimmt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, bei dem die Rasterlinien von Linien gleicher Laufzeitdifferenzen, insbesondere Hyperbeln gebildet werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, bei dem im Schritt c) aus den Laufzeitdifferenzen die zugehörige Teilfläche berechnet wird, in der der Ort der Krafteinwirkung liegt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem im Schritt c) das Meßsignal eines vierten Sensors ausgewertet wird.
11. Verfahren zum Steuern des Auslösens mindestens eines Airbags eines Fahrzeuges,
 - bei dem mit Hilfe des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 der Ort einer Krafteinwirkung auf das Fahrzeug bestimmt wird,
 - bei dem eine erste Zone von Orten der Krafteinwirkung vorgegeben wird, in der eine Krafteinwirkung als Unfall angesehen wird,
 - bei dem eine zweite Zone von Orten der Krafteinwirkung vorgegeben wird, in der eine Krafteinwirkung nicht als Unfall angesehen wird,
 - bei dem bestimmt wird, ob der Ort der Krafteinwirkung in der ersten Zone oder der zweiten Zone liegt, und
 - bei dem der mindestens eine Airbag dann ausgelöst wird, wenn der Ort der Krafteinwirkung in der ersten Zone liegt.
12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem die erste Zone und die zweite Zone jeweils mindestens einen Bereich aufweisen.

13. Vorrichtung zum Bestimmen des Ortes einer Krafteinwirkung an einem Fahrzeug (2)
- mit einer Steuereinheit (4) und
 - mit mindestens drei Sensoren (S1,S2,S3,S4),
 - wobei die Sensoren (S1,S2,S3,S4) mit der Steuereinheit (4) verbunden sind,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Sensoren (S1,S2,S3,S4) zeitaufgelöst die Krafteinwirkung messen und die Meßsignale auf die Steuereinheit (4) übertragen.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Positionen der Sensoren (S1,S2,S3,S4) im wesentlichen in einer Ebene angeordnet sind.
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Positionen der Sensoren (S1,S2,S3,S4) im Bereich des Fahrzeugunterbodens (6) angeordnet sind.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Sensoren (S1,S2,S3,S4) innerhalb der Steuereinheit (4) und/oder im Mitteltunnel und/oder im Sitzquerträger unter den vorderen Sitzen und/oder in den Radkästen und/oder in den Stoßfängern angeordnet sind.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Sensoren (S1,S2,S3,S4) als Mikrofone, als Klopfensensoren und/oder als Beschleunigungssensoren ausgebildet sind.
18. Vorrichtung zum Steuern des Auslösens mindestens eines Airbags eines Fahrzeuges mit einer Vorrichtung zum Bestimmen der Orte der Krafteinwirkung nach einem der Ansprüche 13 bis 17.

1/6

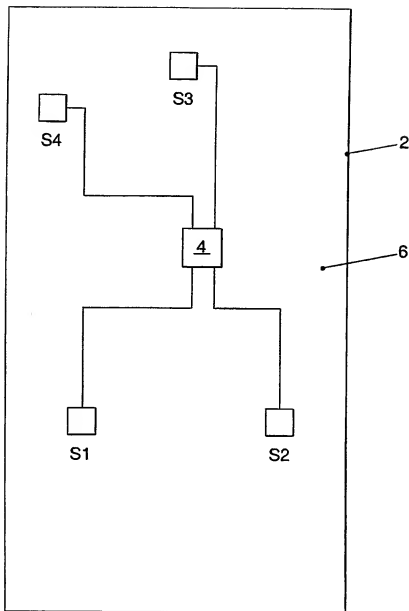


FIG. 1

2/6

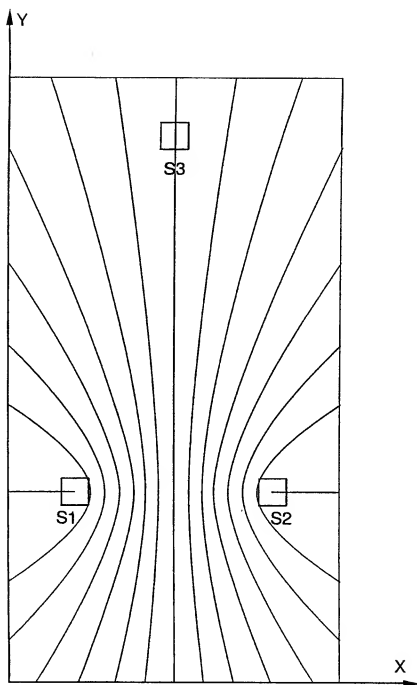


FIG. 2

3/6

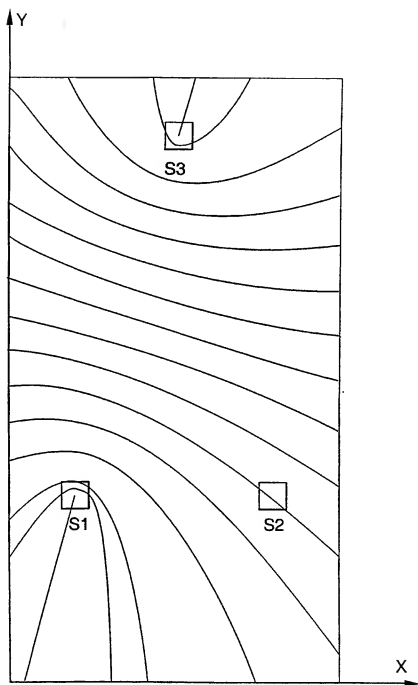


FIG. 3

4/6

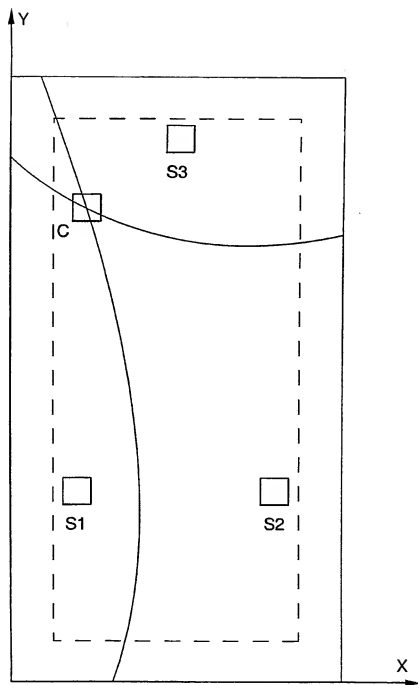


FIG. 4

5/6

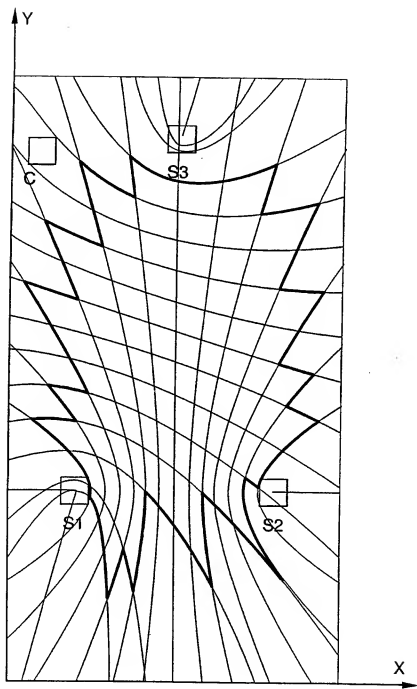


FIG. 5

6/6

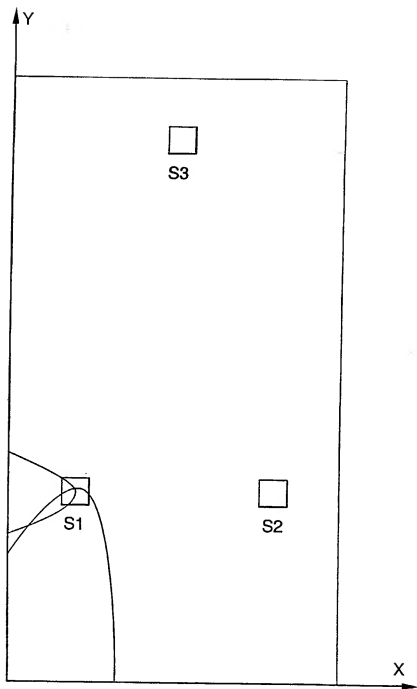


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 00/11778

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60R21/01

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X | WO 99 17965 A (HERMANN STEFAN ; SIEMENS AG (DE)) 15 April 1999 (1999-04-15) page 5, line 1 -page 7, line 30 figures 1-4 | 1 |
| A | | 2-12 |
| P, X | DE 199 00 327 A (SIEMENS AG) 13 July 2000 (2000-07-13) column 1, line 53 -column 4, line 13 figures 1-4 | 1 |
| X | DE 198 42 939 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 1 April 1999 (1999-04-01) column 1, line 63 -column 7, line 67 figures 1-5 | 13-17 |
| | --- -/- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 February 2001

Date of mailing of the international search report

26/02/2001

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Billen, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern nal Application No
PCT/EP 00/11778

| C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|---|-----------------------|
| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | DE 196 51 123 C (SIEMENS AG) 18 June 1998 (1998-06-18) column 4, line 20 -column 5, line 65 column 10, line 50 - line 68 figures 1,2,7,8 ----- | 1-17 |
| A | EP 0 305 654 B (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 10 February 1993 (1993-02-10) column 1, line 20 -column 2, line 10 claim 4 figures 1,2 ----- | 1 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/11778

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|--|--|
| WO 9917965 A | 15-04-1999 | EP 1019271 A | 19-07-2000 |
| DE 19900327 A | 13-07-2000 | NONE | |
| DE 19842939 A | 01-04-1999 | JP 3044709 B JP 11152010 A | 22-05-2000 08-06-1999 |
| DE 19651123 C | 18-06-1998 | US 6113138 A | 05-09-2000 |
| EP 0305654 B | 08-03-1989 | DE 3729019 A DE 3878350 A EP 0305654 A | 16-03-1989 25-03-1993 08-03-1989 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. nales Aktenzeichen

PCT/EP 00/11778

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B60R21/01

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole)
IPK 7 B60R

Recherche aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Beiz. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | WO 99 17965 A (HERMANN STEFAN ;SIEMENS AG (DE)) 15. April 1999 (1999-04-15) | 1 |
| A | Seite 5, Zeile 1 -Seite 7, Zeile 30 Abbildungen 1-4 | 2-12 |
| P,X | DE 199 00 327 A (SIEMENS AG) 13. Juli 2000 (2000-07-13) Spalte 1, Zeile 53 -Spalte 4, Zeile 13 Abbildungen 1-4 | 1 |
| X | DE 198 42 939 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 1. April 1999 (1999-04-01) Spalte 1, Zeile 63 -Spalte 7, Zeile 67 Abbildungen 1-5 | 13-17 |
| | --- -/- | |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung

eines Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindender Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindender Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Februar 2001

Abenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/02/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Billen, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/11778

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Beitr. Anspruch Nr. |
|-----------|--|---------------------|
| A | DE 196 51 123 C (SIEMENS AG) 18. Juni 1998 (1998-06-18) Spalte 4, Zeile 20 -Spalte 5, Zeile 65 Spalte 10, Zeile 50 - Zeile 68 Abbildungen 1,2,7,8 ----- | 1-17 |
| A | EP 0 305 654 B (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 10. Februar 1993 (1993-02-10) Spalte 1, Zeile 20 -Spalte 2, Zeile 10 Anspruch 4 Abbildungen 1,2 ----- | 1 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. kodes Aktenzeichen

PCT/EP 00/11778

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 9917965 A | 15-04-1999 | EP 1019271 A | 19-07-2000 |
| DE 19900327 A | 13-07-2000 | KEINE | |
| DE 19842939 A | 01-04-1999 | JP 3044709 B | 22-05-2000 |
| | | JP 11152010 A | 08-06-1999 |
| DE 19651123 C | 18-06-1998 | US 6113138 A | 05-09-2000 |
| EP 0305654 B | 08-03-1989 | DE 3729019 A | 16-03-1989 |
| | | DE 3878350 A | 25-03-1993 |
| | | EP 0305654 A | 08-03-1989 |